

UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL (Large Entity)

(Only for new nonprovisional applications under 37 CFR 1.53(b))

Docket No.
A-7167

Total Pages in this Submission
38

TO THE ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS

Box Patent Application
Washington, D.C. 20231

Transmitted herewith for filing under 35 U.S.C. 111(a) and 37 C.F.R. 1.53(b) is a new utility patent application for an invention entitled:

OPTICAL ARRANGEMENT FOR THE USE DURING A LASER DIODE ARRANGEMENT AS WELL AS LASER DIODE ARRANGEMENT WITH SUCH AN OPTICAL ARRANGEMENT

and invented by:

Christoph ULLMANN and Volker KRAUSE

If a **CONTINUATION APPLICATION**, check appropriate box and supply the requisite information:

☐ Continuation ☐ Divisional ☐ Continuation-in-part (CIP) of prior application No.: _____

Which is a:

☐ Continuation ☐ Divisional ☐ Continuation-in-part (CIP) of prior application No.: _____

Which is a:

☐ Continuation ☐ Divisional ☐ Continuation-in-part (CIP) of prior application No.: _____

Enclosed are:

Application Elements

1. ☐ Filing fee as calculated and transmitted as described below
2. ☒ Specification having 23 pages and including the following:
 - a. ☒ Descriptive Title of the Invention
 - b. ☐ Cross References to Related Applications (if applicable)
 - c. ☐ Statement Regarding Federally-sponsored Research/Development (if applicable)
 - d. ☐ Reference to Microfiche Appendix (if applicable)
 - e. ☒ Background of the Invention
 - f. ☒ Brief Summary of the Invention
 - g. ☒ Brief Description of the Drawings (if drawings filed)
 - h. ☒ Detailed Description
 - i. ☒ Claim(s) as Classified Below
 - j. ☒ Abstract of the Disclosure

UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL
(Large Entity)

(Only for new nonprovisional applications under 37 CFR 1.53(b))

Docket No.
A-7167

Total Pages in this Submission
38

Application Elements (Continued)

3. ☒ Drawing(s) *(when necessary as prescribed by 35 USC 113)*
- a. ☐ Formal Number of Sheets _____
- b. ☒ Informal Number of Sheets 9
4. ☒ Oath or Declaration
- a. ☐ Newly executed *(original or copy)* ☒ Unexecuted
- b. ☐ Copy from a prior application (37 CFR 1.63(d)) *(for continuation/divisional application only)*
- c. ☒ With Power of Attorney ☐ Without Power of Attorney
- d. ☐ DELETION OF INVENTOR(S)
Signed statement attached deleting inventor(s) named in the prior application,
see 37 C.F.R. 1.63(d)(2) and 1.33(b).
5. ☐ Incorporation By Reference *(usable if Box 4b is checked)*
The entire disclosure of the prior application, from which a copy of the oath or declaration is supplied under
Box 4b, is considered as being part of the disclosure of the accompanying application and is hereby
incorporated by reference therein.
6. ☐ Computer Program in Microfiche *(Appendix)*
7. ☐ Nucleotide and/or Amino Acid Sequence Submission *(if applicable, all must be included)*
- a. ☐ Paper Copy
- b. ☐ Computer Readable Copy *(identical to computer copy)*
- c. ☐ Statement Verifying Identical Paper and Computer Readable Copy

Accompanying Application Parts

8. ☐ Assignment Papers *(cover sheet & document(s))*
9. ☐ 37 CFR 3.73(B) Statement *(when there is an assignee)*
10. ☐ English Translation Document *(if applicable)*
11. ☐ Information Disclosure Statement/PTO-1449 ☐ Copies of IDS Citations
12. ☐ Preliminary Amendment
13. ☒ Acknowledgment postcard
14. ☐ Certificate of Mailing
- ☐ First Class ☐ Express Mail *(Specify Label No.):* _____

008780" 0257460

UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL
(Large Entity)

(Only for new nonprovisional applications under 37 CFR 1.53(b))

Docket No.
A-7167

Total Pages in this Submission
38

Accompanying Application Parts (Continued)

15. ☐ Certified Copy of Priority Document(s) (if foreign priority is claimed)

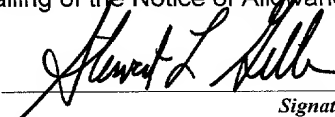
16. ☐ Additional Enclosures (please identify below):

Fee Calculation and Transmittal

CLAIMS AS FILED

For	#Filed	#Allowed	#Extra	Rate	Fee
Total Claims	41	- 20 =	21	x \$18.00	\$378.00
Indep. Claims		- 3 =	0	x \$78.00	\$0.00
Multiple Dependent Claims (check if applicable) <input type="checkbox"/>					\$0.00
BASIC FEE					\$690.00
OTHER FEE (specify purpose)					\$0.00
TOTAL FILING FEE					\$1,068.00

- ☐ A check in the amount of _____ to cover the filing fee is enclosed.
- ☐ The Commissioner is hereby authorized to charge and credit Deposit Account No. _____ as described below. A duplicate copy of this sheet is enclosed.
- ☐ Charge the amount of _____ as filing fee.
- ☐ Credit any overpayment.
- ☐ Charge any additional filing fees required under 37 C.F.R. 1.16 and 1.17.
- ☐ Charge the issue fee set in 37 C.F.R. 1.18 at the mailing of the Notice of Allowance, pursuant to 37 C.F.R. 1.311(b).



Signature

Stewart L. Gitler - Reg. 31,256
Hoffman, Wasson & Gitler, P.C.
2361 Jefferson Davis Highway - Suite 522
Arlington, VA 22202
(703)415-0100

Dated:

8/18/00



20741

cc:

PATENT TRADEMARK OFFICE

008780 0254960

Patentansprüche

1. Optische Anordnung für eine Laserdiodenanordnung mit wenigstens einer Reihe von Laserlicht aussendenden Emitterelementen (4), die in dieser Reihe mit ihrer aktiven Schicht in einer gemeinsamen Ebene (X-Z-Ebene) senkrecht zu ihrer Fast-Axis (Y-Achse) angeordnet sind, und zwar in Richtung einer Slow-Axis (X-Achse) aufeinander folgend und voneinander beabstandet, mit wenigstens einer in Strahlrichtung auf die Emitterelemente (4) folgenden, sich in der Slow-Axis (X-Achse) erstreckenden Korrekturoptik (5, 6, 18), welche als Fast-Axis- und als Slow-Axis-Kollimator wirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Korrekturoptik zumindest in einem als Fast-Axis-Kollimator wirkenden Teil (5) segmentiert ist und aus mehreren in der Slow-Axis (X-Achse) aufeinanderfolgenden Korrekturoptik-Segmenten (5', 18') besteht.
2. Optische Anordnung für eine Laserdiodenanordnung mit wenigstens einer Reihe von Laserlicht aussendenden Emitterelementen (4), die in dieser Reihe mit ihrer aktiven Schicht in einer gemeinsamen Ebene (X-Z-Ebene) senkrecht zu ihrer Fast-Axis (Y-Achse) angeordnet sind, und zwar in Richtung einer Slow-Axis (X-Achse) aufeinander folgend und voneinander beabstandet, mit wenigstens einer in Strahlrichtung auf die Emitterelemente (4) folgenden, sich in der Slow-Axis (X-Achse) erstreckenden Korrekturoptik (5, 6), welche als Fast-Axis- und als Slow-Axis-Kollimator wirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Korrekturoptik (18) von wenigstens einem Linsenelement (19) gebildet ist, welches als Fast-Axis-Kollimator sowie auch als Slow-Axis-Kollimator ausgeführt ist.
3. Optische Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Linsenelement (19) an der Eintrittsseite mit einer als Fast-Axis-Kollimator wirkende Linsenfläche, vorzugsweise mit einer Zylinderlinsenfläche, deren Achse in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) liegt, und an der Austrittsseite mit

wenigstens einer als Slow-Axis-Kollimator wirkenden Linsenfläche, beispielsweise mit wenigstens einer Zylinderlinsefläche ausgebildet ist, deren Achse in der Fast-Axis (Y-Achse) liegt.

4. Laserdiodenanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik (18) mehrere Linsenelemente (19) aufweist, die in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) aneinander anschließen.
5. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik (18) mit den Linsenelementen (19) einstückig bzw. monolithisch herstellt ist.
6. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jedes Linsenelement (19) der Korrekturoptik (18) einem Emitterelement (4) zugeordnet ist.
7. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik (18) segmentiert ist und aus wenigstens zwei in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) aufeinanderfolgenden Korrekturoptik-Segmenten (18') besteht.
8. Optische Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Korrekturoptik-Segment (18') wenigstens zwei Linsenelemente (19) aufweist.
9. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik-Segmente (5', 18') unabhängig justiert und fixiert sind.
10. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik (5, 6, 18) die Strahlen der Emitterelemente (4) der wenigstens einer Reihe (3) in Strahlen kollimiert oder umformt, die in der Ebene der Slow-Axis (X-Achse) parallel oder etwa parallel zueinander sind.

11. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik (5, 6, 18) die Strahlen der Emittierelemente (4) der wenigstens einen Reihe (3) in Strahlen kollimiert oder umformt, die in der Ebene der Slow-Axis (X-Achse) parallel oder etwa parallel zueinander sind und ohne einander zu überdecken in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) aneinander anschließen.
12. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der als Slow-Axis-Kollimator wirkende Teil (6) der Korrekturoptik eine Vielzahl von Linsenelementen (6') aufweist, die in ihrer optischen Wirkung Zylinderlinsen entsprechen, die mit ihrer Achse in der Fast-Axis (Y-Achse) orientiert sind, die in Richtung der Slow-Axis aneinander anschließen und von denen jeweils eines einem Emittierelement (4) zugeordnet ist.
13. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik zumindest einen Fast-Axis-Kollimator (5) für die wenigstens eine Reihe (3) von Emittierelementen (4) aufweist, der den segmentierten Teil der Korrekturoptik bildet und aus mehreren in der Slow-Axis (X-Achse) aufeinanderfolgenden Kollimatorsegmenten (5') besteht.
14. Optische Anordnung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollimatorsegmente (5') des Fast-Axis-Kollimators (5) der wenigstens einen Reihe (3) von Emittierelementen (4) unabhängig justiert und fixiert sind.
15. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Korrekturoptik zumindest einen im Strahlengang (Z-Achse) nach dem Fast-Axis-Kollimator (5) angeordneten Slow-Axis-Kollimator (6) aufweist.
16. Optische Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß, der Slow-Axis-Kollimator (6) von einer Vielzahl von Linsenelementen (6) gebildet ist, die in ihrer optischen Wirkung Zylinderlinsen entsprechen, die mit ihrer Achse in der Fast-Axis (Y-Achse) orientiert sind, die in Richtung der Slow-Axis aneinander

anschließen und von denen jeweils eines einem Emitterelement (4) zugeordnet ist.

17. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang nach der Korrekturoptik (5, 6) eine Fokussieroptik (7, 7b, 7c) zur Fokussierung der Laserstrahlen der Emitterelemente (4) in einem gemeinsamen Fokus (8, 8b, 8c) vorgesehen ist.
18. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der segmentierte Teil (5) der Korrekturoptik zwei bis fünf Segmente (5') aufweist.
19. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschlußbereich oder Spalt zwischen zwei aufeinander folgenden Segmenten (5') zwischen zwei Emitterelementen (4), vorzugsweise in der Mitte oder etwa in der Mitte zwischen zwei Emitterelementen vorgesehen ist.
20. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der als Slow-Axis-Kollimator wirkende Teil (6) der Korrekturoptik oder der Slow-Axis-Kollimator (6) in einer Ebene (E) angeordnet ist, die durch die Fast-Axis (Y-Achse) und die Slow-Axis (X-Achse) definiert ist und im Strahlengang dort oder in etwa dort vorgesehen ist, wo sich die Randstrahlen der in der Slow-Axis (X-Achse) divergierenden Strahlen mit ihren Randstrahlen schneiden.
21. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der als Slow-Axis-Kollimator wirkende Teil (6) der Korrekturoptik oder der Slow-Axis-Kollimator (6) von mehreren, vorzugsweise zu einem monolithischen Slow-Axis-Kollimator (6) zusammengefaßten Zylinderlinsen (6') gebildet ist.
22. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollimatorsegmente (5') des Fast-Axis-Kollimators (5) Zylinderlinsen sind oder als Zylinderlinsen wirken.

23. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Reihen von Emitterelementen (4) vorgesehen sind, und daß die Reihen mit der Slow-Axis (X-Achse) der Emitterelemente (4) parallel zueinander liegen.
24. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Reihen von Emitterelementen (4) vorgesehen sind, und daß die Emitterelemente (4) der Reihen mit ihren aktiven Schichten in parallelen Ebenen angeordnet sind.
25. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Reihen von Emitterelementen (4) vorgesehen sind, und daß die Reihen zumindest in der Slow-Axis (X-Achse) gegeneinander versetzt sind.
26. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Reihen von Emitterelementen (4) vorgesehen sind, und daß in Strahlengang nach dem Fast-Axis-Kollimator (5) wenigstens ein optisches Kopplungs- und/oder Umlenkelement (14, 16, 17) vorgesehen ist, um die Laserstrahlen der Reihen zu einem gemeinsamen Strahlenbündel zusammenzuführen.
27. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Reihen von Emitterelementen (4) in wenigstens einem Stapel (9, 10) vorgesehen sind, daß die Reihen der Emitterelemente (4) im Stapel (9, 10) in Richtung der Fast-Axis (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind, und daß für jede Reihe von Emitterelementen (4) jeweils ein gesonderter, segmentierter Teil (5) der Korrekturoptik oder segmentierter Fast-Axis-Kollimator (5) mit wenigstens zwei Segmenten (5') vorgesehen ist.
28. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Reihen von Emitterelementen (4) für wenigstens

eine Reihe von Emitterelementen (4) ein segmentierter Teil (5) der Korrekturoptik oder ein segmentierter Fast-Axis-Kollimator (5) vorgesehen ist.

29. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Reihe von Emitterelementen (4) eine gesonderte Korrekturoptik (5, 6) vorgesehen ist.
30. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Reihe von Emitterelementen (4) ein gesonderter Slow-Axis-Kollimator (6) vorgesehen ist.
31. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Reihen von Emitterelementen (4) in wenigstens zwei Stapeln (9, 10) angeordnet sind, wobei die Reihen in jedem Stapel in Richtung der Fast-Axis (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind.
32. Optische Anordnung nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens zwei Stapel (9, 10) in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) gegeneinander versetzt sind.
33. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebenen der Reihen der Emitterelemente (4) der wenigstens zwei Stapel in Richtung der Fast-Axis (Y-Achse) derart versetzt sind, daß die Ebenen der Reihen eines Stapels (9) zwischen Ebenen der Reihen eines anderen Stapels (10) liegen.
34. Optische Anordnung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß eine optische Einrichtung (11) vorgesehen ist, mit der die Strahlen der Emitterelemente (4) in der Slow-Axis (X-Achse) derart verschoben werden, daß die Strahlen der Emitterelemente sämtlicher Stapel ein gemeinsames Strahlenbündel bilden.
35. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

gemeinsame Fokussieroptik (7, 7b, 7c).

36. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die wenigstens eine Reihe von Emitterelementen (4) von einem Diodenlaserbarren (3) gebildet ist.
37. Optische Anordnung nach Anspruch 36, dadurch gekennzeichnet, daß der Laserbarren (3) ein Halbleiterlaserchip mit mehreren Emittlern (4) ist.
38. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitterelemente jeweils aus wenigstens einem Laserlicht aussendenden Emitter (4) bestehen.
39. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Emitterelemente jeweils aus wenigstens zwei Emittlern (4) bestehen, die in einem Abstand voneinander beabstandet sind, welcher kleiner ist als der gegenseitige Abstand der Emitterelemente in jeder Reihe.
40. Optische Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Emitterelementen sowie die Breite der Emitterelemente in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) derart gewählt sind, daß die Belegungsichte bzw. der Quotient aus der Gesamtlänge der strahlenden Bereiche einer Reihe und deren Gesamtlänge kleiner als 10% ist.
41. Laserdiodenanordnung mit wenigstens einer Reihe von Laserlicht aussendenden Emitterelementen (4), die in dieser Reihe mit ihrer aktiven Schicht in einer gemeinsamen Ebene (X-Z-Ebene) senkrecht zu ihrer Fast-Axis (Y-Achse) angeordnet sind, sowie mit einer optische Anordnung nach einem nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Optische Anordnung zur Verwendung bei einer Laserdiodenanordnung sowie Laserdiodenanordnung mit einer solchen optischen Anordnung

Die Erfindung bezieht sich auf eine optische Anordnung gemäß Oberbegriff Patentanspruch 1 sowie auf eine Laserdiodenanordnung entsprechend Oberbegriff Patentanspruch 41.

Die Strahlung eines Halbleiter-Diodenlasers (hier vereinfacht auch Diodenlaser) ist durch einen stark divergierenden Strahl gekennzeichnet, und zwar im Gegensatz zu anderen konventionellen Laserstrahlquellen, deren Laserstrahl einen Durchmesser von wenigen Millimetern mit einer geringen Strahldivergenz im Bereich von wenigen mrad aufweist, während die Divergenz bei einem Diodenlaser größer als 1000 mrad ist.

Bekannt ist weiterhin auch, daß bei Diodenlasern der Divergenzwinkel in der Ebene senkrecht zur aktiven Schicht, d.h. in der sogenannten „Fast-Axis“ größer ist als in der Ebene der aktiven Schicht, d.h. in der sogenannten „Slow-Axis“.

Um eine möglichst hohe Laserleistung, beispielsweise von 20 - 40 Watt aus einem Halbleiterchip zu erreichen, werden zahlreiche Emitter auf einem sogenannten Barren zusammengefaßt. Üblicherweise werden hierbei 10 - 50 einzelne Emitter oder Emittergruppen in einer Reihe in der Ebene parallel zur aktiven Schicht, d.h. in der Slow-Axis aufeinander folgend angeordnet. Der resultierende Gesamtstrahl eines solchen Barrens hat in der Ebene parallel zur aktiven Schicht einen Öffnungswinkel von ca. 10° und einen Strahldurchmesser von ca. 10 mm. Hieraus ergibt sich eine Strahlqualität in dieser Ebene, die um ein vielfaches geringer ist als die Strahlqualität in der Ebene senkrecht zur aktiven Schicht.

Die Belegungsdichte, die sich aus dem Quotienten der strahlenden Fläche des Laserbarrens zu der Gesamtfläche ergibt, liegt bei derzeit verfügbaren Diodenlaserbarren bei ca. 30 - 50 %; wobei allerdings höhere Belegungsdichten nur

Um die stark divergente Strahlung eines Diodenlasers für Laseranwendungen, beispielsweise Materialbearbeitung, Medizintechnik, Pumpen von Festkörperlasern usw. nutzbar zu machen, sind im Strahlengang kollimierende und fokussierende optische Anordnungen notwendig. Diese optischen Anordnungen umfassen in der Regel insbesondere einen als Mikrooptik ausgeführten Fast-Axis-Kollimator, der die optische Eigenschaft einer Zylinderlinse aufweist, welche mit ihrer Achse parallel zur Slow-Axis liegt, wobei für sämtliche Emittter eines Diodenlaserbarrens eine eigene, durchgehende Zylinderlinse verwendet wird, und zwar mit kleiner Brennweite in unmittelbarer Nähe der Fassade des Diodenlaserbarrens, d.h. in einem Abstand von nur wenigen 100 μm von den Emitttern bzw. von dieser Fassade. Die Korrektur der Divergenz in der Slow-Axis erfolgt dann durch eine nachfolgende Makro-Optik.

Zur Erzielung höherer Leistungen, wie sie z.B. in der Materialbearbeitung, in der Medizintechnik, für das Pumpen von Festkörperlaser usw. notwendig sind, ist es weiterhin auch bekannt, mehrere Reihen von Emittlern oder mehrere Diodenlaserbarren in einem Stapel in mehreren Ebenen übereinander vorzusehen, wobei diese Ebenen in Richtung der Fast-Axis gegeneinander versetzt sind und jeder Reihe von Emittlern bzw. jedem Diodenlaserbarren jeder Ebene ein eigener Fast-Axis-Kollimator zugeordnet ist.

Bekannt ist speziell auch eine Laserdiodenanordnung (US 5 802 092), bei der der Slow-Axis-Kollimator von einer Vielzahl von in Richtung der Slow-Axis aufeinander folgenden Zylinderlinsenelementen gebildet ist, die mit ihren Achsen jeweils in der Fast-Axis angeordnet sind und von denen jeweils ein Element jeweils einem Emitter einer Reihe von Emittern zugeordnet ist. Die Anordnung ist weiterhin so getroffen, daß die mit den Zylinderlinsenelementen in der Ebene der Slow-Axis kollimierten, parallelen oder im wesentlich parallelen Strahlen die einzelnen Emitter unmittelbar aneinander anschließen, so daß ein Strahlenbündel mit einem hohen Füllfaktor erreicht ist, das dann mit Hilfe einer Fokussierlinse in einem Brennpunkt fokussiert werden

Eine optimale Fokussierung der Strahlung sämtlicher Emmitter in einem gemeinsamen Fokus erfordert aber eine optimale Fast-Axis-Kollimation und hiermit eine möglichst parallele Ausrichtung der einzelnen Strahlen der Emmitter der jeweiligen Reihe bzw. des jeweiligen Barrens derart, daß die Emmitter nach dieser Fast-Axis-Kollimation auf einer möglichst geraden Linie abgebildet werden könnten. Dies ist aber in der Regel in idealer Form nicht realisierbar, und zwar wegen Nicht-Konformitäten, d.h. Abweichungen der Konformität zwischen Diodenlaserbarren und Fast-Axis-Kollimator. Diese Abweichungen können unterschiedlichen Ursprungs sein, beispielsweise bedingt durch Fertigungstoleranzen und/oder Verformung bei der Montage usw.. Derartige Nicht-Konformitäten, die auch bei dem Stand der Technik nicht vermieden sind, führen zu einer Verbreiterung des Fokus in der Fast-Axis und damit zu einer Verschlechterung der Strahlenqualität im Fokus.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine optische Anordnung sowie eine Laserdiodenanordnung mit einer solchen optischen Anordnung aufzuzeigen, die diese Nachteile vermeidet. Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine optische Anordnung entsprechend dem Patentanspruch 1 und eine Laserdiodenanordnung entsprechend dem Patentanspruch 41 ausgebildet.

Durch die Aufteilung zumindest des als Fast-Axis-Kollimator wirkenden Teils der Korrekturoptik der wenigstens einer Reihe von Emmitterelementen in mehrere Segmente können durch Nicht-Konformitäten zwischen Diodenlaserbarren bzw. zwischen der Reihe von Emmitterelementen und der Korrekturoptik bedingte Verschlechterungen der Strahlqualität im Fokus, insbesondere Verbreiterung des Fokus, wirksam vermieden werden.

Nach einem weiteren Aspekt bezieht sich die Erfindung auf eine besondere Ausbildung der Korrekturoptik in der Weise, daß diese von wenigstens einem Linsenelement, vorzugsweise aber von mehreren, in Richtung der Slow-Axis aneinander anschließenden Linsenelementen gebildet ist, das bzw. die sowohl als Fast-Axis-Kollimator bzw. als Slow-Axis-Kollimator wirken, wobei beide Wirkungen

vorzugsweise jeweils in einem einzigen Linsenkörper des jeweiligen Linsenelementes realisiert sind. Jedes Linsenelement kann aber auch von mehreren im Strahlengang aufeinander folgenden Linsen realisiert sein. Bestehen die Linsenelemente jeweils nur aus einem einzigen Linsenkörper, so besteht weiterhin auch die Möglichkeit, die gesamte Korrekturoptik oder aber die Segmente dieser Optik jeweils einstückig bzw. monolithisch herzustellen.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 in vereinfachter Darstellung und in Draufsicht, eine mit mehreren an einem Diodenlaserbarren (Chip) in der Zeichenebene der Figur 1 (X-Z Ebene) in einer Koordinatenrichtung (X-Achse) aufeinander folgend vorgesehenen Emittlern, sowie mit einer optischen Anordnung zur Kollimation und Fokussierung der Strahlen der einzelnen Emittler in einem gemeinsamen Fokus;
- Fig. 2 in vereinfachter Darstellung und in Seitenansicht die Laserdiodenanordnung der Figur 1;
- Fig. 3 eine Darstellung ähnlich Figur 1 bei einer weiteren möglichen Ausführungsform;
- Fig. 4 in vereinfachter Darstellung und in Draufsicht eine weitere mögliche Ausführungsform einer Laserdiodenanordnung gemäß der Erfindung, mit zwei in Richtung der ersten Koordinatenachse (X-Achse) gegeneinander versetzten Stapeln von Diodenlaserbarren, die wiederum jeweils in der Zeichenebene der Figur 4 angeordnet sind, sowie mit einer optischen Anordnung zur Kollimation und zur Fokussierung der Strahlen sämtlicher Emittler in einem gemeinsamen Brennpunkt;
- Fig. 5 in vereinfachter Darstellung eine Seitenansicht der Laserdiodenanordnung der Figur 4;
- Fig. 6 eine Darstellung ähnlich Figur 2 zur Erläuterung des Einflusses von Nichtkonformitäten zwischen einem Diodenlaserbarren und einem Fast-Axis-Kollimators auf die Qualität des Fokus bei der Laserdiodenanordnung der

Fig. 7 und 8 in Draufsicht sowie in Seitenansicht eine weitere mögliche

Ausführungsform der erfindungsgemäßen Laserdiodenanordnung;

Fig. 9 - 12 jeweils in vereinfachter Darstellung und in Draufsicht weitere mögliche

Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Laserdiodenanordnung;

Fig. 13 und 14 in Darstellungen entsprechend den Figuren 1 und 2 eine weitere

mögliche Ausführung der erfindungsgemäßen Laserdiodenanordnung.

Zum besseren Verständnis und einfacheren Orientierung sind in den Figuren jeweils mit X, Y und Z drei senkrecht zueinander verlaufende Koordinatenachsen angegeben, die nachstehend als X-Achse, Y-Achse und Z-Achse bezeichnet sind und von denen die X-Achse und Z-Achse gemeinsam die Zeichenebene (X-Z-Ebene) der Figuren 1, 3, 4, 7 und 9 - 11 und die Y-Achse und Z-Achse gemeinsam die Zeichenebenen (Y-Z-Ebene) der Figuren 2, 5, 6 und 8 definieren.

In den Figuren 1 und 2 ist eine Laserdiodenanordnung dargestellt, die u.a. aus einem auf einem Kühler 2 (Wärmesenke) angeordneten Diodenlaserbarren 3 besteht, der als Halbleiterchip mit einer Vielzahl von Laserlicht aussendenden Emittern 5 hergestellt ist, die mit ihrer aktiven Schicht im Idealfall in einer gemeinsamen Ebene liegen, nämlich bei der für die Figuren 1 und 2 gewählten Darstellung in der X-Z-Ebene, und in einer in dieser Ebene verlaufenden Achsrichtung aufeinander folgend, d.h. bei der für die Figuren gewählten Darstellung in der Y-Achse aufeinander folgend und voneinander beabstandet am Halbleiterchip bzw. Barren 3 vorgesehen sind. Bei der dargestellten Ausführungsform ist der Laserbarren 3 hinsichtlich der Erstreckung der einzelnen Emitter 4 in Richtung der X-Achse und des Abstandes zwischen diesen Emittern in dieser Achse so ausgebildet, daß sich eine Belegungsichte kleiner 10% ergibt, d.h. weniger als 10% der Gesamtlänge, die der Barren 3 in Richtung der X-Achse aufweist, ist von den Emittern 4 eingenommen, während der übrige Teil der Länge des Laserbarren 3 nicht strahlend ist.

Die einzelnen Emitter 4 liefern einen Laserstrahl, der sowohl in der Fast-Axis, d.h. in der Y-Achse, als auch in der Slow-Axis, d.h. in der X-Achse eine Divergenz aufweist.

Zur Behebung dieser Strahldivergenz sind optische Korrekturalelemente vorgesehen, und zwar im Strahlengang auf die Emitter 4 folgend zunächst ein unmittelbar am Laserbarren 3 angeordneter Fast-Axis-Kollimator 5, auf diesen im Strahlrichtung, d.h. in Richtung der Z-Achse folgend ein Slow-Axis-Kollimator 6 und auf diesen folgen eine Fokussiereinrichtung 7, die bei der dargestellten Ausführungsform von einer Fokussierlinse gebildet ist und mit der die Strahlen sämtlicher Emitter 4 in einem gemeinsamen Brennpunkt 8 fokussiert werden.

Wie die Figur 2 zeigt, werden durch den Fast-Axis-Kollimator 5 aus den in der Fast-Axis (Y-Achse) divergierenden Strahlen in der Ebene dieser Fast-Axis parallele Strahlen erzeugt, die allerdings noch in der Slow-Axis, d.h. in der X-Achse eine Divergenz aufweist. Der Fast-Axis-Kollimator 5 besteht bei der dargestellten Ausführungsform aus zwei Segmenten 5', die in Richtung der X-Achse aneinander anschließen, deren Übergang zwischen zwei Emittlern an einem nicht aktiven Teil des Laserbarren 3 vorgesehen ist und die jeweils in ihrer Wirkung einer mit ihrer Achse in Richtung der X-Achse sich erstreckenden Zylinderlinse entsprechen. Die beiden Elemente 5' sind individuell bzw. unabhängig voneinander justierbar, und zwar insbesondere durch Höhenverstellung in der Y-Achse sowie durch Kippen um die Z-Achse. Auch in den anderen Achsen können die optischen Elemente 5' individuell justierbar sein. Bei der dargestellten Ausführungsform sind die Elemente 5' tatsächlich Mikro-Zylinderlinsen.

Der Slow-Axis-Kollimator 6 besteht aus mehreren optischen Elementen 6', die in ihrer Wirkung jeweils einer Zylinderlinse entsprechen, die mit ihrer Achse in der Fast-Axis, d.h. bei der gewählten Darstellung in der Y-Achse angeordnet sind. Die Ausbildung ist weiterhin so getroffen, daß für jeden Emitter 4 ein derartiges Elemente 6' vorgesehen ist. Außerdem ist der Slow-Axis-Kollimator 6 in einer Ebene E senkrecht zum Strahlengang, d.h. senkrecht zur Z-Achse angeordnet, an der sich die Randstrahlen der in der Slow-Axis divergierenden Strahlen benachbarter Emitter 4 schneiden. Außerdem ist das Rastermaß, in welchem die Elemente 6' am Slow-Axis-Kollimator 6 in der Slow-Axis (X-Achse) aufeinander folgend vorgesehen sind gleich dem Rastermaß der Emitter 4 am Laserbarren 3. Die Elemente 6' schließen in Richtung der Slow-Axis unmittelbar aneinander an.

Wie die Figur 1 zeigt, werden mit den Elementen 6' die in der Slow-Axis divergierenden Strahlen der Emitter 4 in Strahlen umgewandelt, die in der Ebene der Slow-Axis (X-Z-Ebene) parallel verlaufen, so daß dann die sowohl in der Fast-Axis, als auch in der Slow-Axis kollimierten Strahlen mittels der Fokussieroptik 7 in dem gemeinsamen Fokus 8 fokussiert werden können.

Die einzelnen Elemente 6' sind bevorzugt zu einem monolithischen Kollimator 6 zusammengefaßt. Durch die relativ geringe Belegungsdichte der Laserbarren 3 ist es in der vorbeschriebenen Weise möglich, für jeden Emitter 4 ein Element 6' vorzusehen. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, bei mehreren am Laserbarren 3 gebildeten Emittergruppen, die jeweils wenigstens zwei dicht nebeneinander angeordnete Emitter 4 aufweisen und die dann in einem größeren Abstand voneinander in Richtung der Fast-Axis versetzt vorgesehen sind, für jede dieser Emittergruppen ein gemeinsames optisches Element 6' vorzusehen.

In der Figur 1 ist mit 8' die Leistungsverteilung im Fokus 8 in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) wiedergegeben. Entsprechend ist in der Figur 2 mit 8'' die Verteilung der Leistung im Fokus 8 in der Fast-Axis (Y-Achse) wiedergegeben. Wie oben ausgeführt wurde, kann es durch Abweichungen bzw. Toleranzen zwischen Fast-Axis-Kollimator 5 und Laserbarren 3 zu Fehlern kommen, die dann zu einer Verbreiterung des Fokus 8 in der Fast-Axis führen, wie dies in der Figur 6 mit den unterbrochenen Linien des Strahlungsverlaufs und mit der Verteilung 8''' angedeutet ist. Um diese Fehler zu reduzieren und um den gewünschten, in beiden Achsen gleichen Fokusbereich zu erreichen, ist eine individuelle Justierung der Elemente 5' vorgesehen, mit der dann derartige Toleranzen in der Formgebung der Elemente 5' und des Laserbarren 3 ausgeglichen werden können.

Durch die Segmentierung des Fast-Axis-Kollimators 5 ist es also möglich, für die beiden, den Elementen 5' jeweils zugeordneten Abschnitte des Laserbarren 3 eine optimale Kollimation und Fokussierung zu erreichen. Bezüglich der Qualität des Fokus 8 ist dann nur noch die Formabweichung zwischen dem jeweiligen Element 5' und

dem zugeordneten verkürzten Teil des Laserbarrens 3 relevant, wobei diese Formabweichung bzw. Toleranz wegen der kürzeren relevanten Länge des Laserbarrens nur noch einen stark reduzierten Einfluß auf die Qualität des Fokus 8 hat.

Bei der Laserdiodenanordnung 1 ist die Segmentierung so getroffen, daß sämtliche Emittter 4 auf nutzbare Flächen des Fast-Axis-Kollimators 5 strahlen, d.h. die Anschlußbereiche bzw. Spalten zwischen den anschließenden Elementen 5' jeweils zwischen zwei am Laserbarren 3 aufeinander folgenden Emitttern 4 liegen.

Die Figur 3 zeigt als zweite Möglichkeit eine Laserdiodenanordnung 1a, die sich von der Anordnung 1 dadurch unterscheidet, daß der Fast-Axis-Kollimator 5 dreifach segmentiert ist, d.h. aus drei Elementen 5' besteht, die jeweils individuell justierbar sind, so daß die jedem Element 5' zugeordnete wirksame Länge des Laserbarren 3 noch kürzer und damit Einflüsse von Toleranzen, die durch das individuelle Justieren der Elemente 5' nicht ausgeglichen werden können, auf die Qualität des Fokus 8 noch geringer sind. Auch bei der Laserdiodenanordnung 1a ist die Segmentierung so getroffen. Daß sämtliche Emittter 4 auf nutzbare Flächen des Fast-Axis-Kollimators strahlen, d.h. die Anschlußbereiche bzw. Spalten zwischen den anschließenden Elementen 5' wiederum jeweils zwischen zwei am Laserbarren 3 aufeinander folgenden Emitttern 4 liegen.

Auch eine andere Segmentierung des Fast-Axis-Kollimators ist selbstverständlich möglich. Bei einem Laserbarren 3 mit z.B. 100 Emitttern 4 ist beispielsweise eine zweifache bis fünffache Segmentierung zweckmäßig.

Die Figuren 4 und 5 zeigen als weitere Ausführungsform eine Laserdiodenanordnung 1b, bei der die Laserbarren 3 mit ihren zugehörigen Kühlkörpern 2 in zwei Stapeln 9 und 10 angeordnet. Die Stapel 9 und 10 sind hierbei in Richtung der X-Achse gegeneinander versetzt. In jedem Stapel sind die Laserbarren mit der aktiven Ebene der Emittter 4 in der X-Z-Ebene angeordnet, so daß bei der Darstellung dieser Figuren die Fast-Axis sämtlicher Emittter 4 wiederum die Y-Achse ist und die Emittter 4 an jedem Barren 3 in Richtung der X-Achse aufeinander folgen. In jedem Stapel 9 sind die

gegeneinander versetzt bzw. voneinander beabstandet. Wie die Figuren 4 und 5 weiterhin zeigen, bilden die Stapel 9 und 10 also mehrere Stapellagen 9' bzw. 10', d.h. bei der dargestellten Ausführungsform jeweils drei Stapellagen, wobei jede Stapellage einen Laserbarren 3, einen Fast-Axis-Kollimator 5 und einen Slow-Axis-Kollimator 6 aufweist, die in gleicher Weise angeordnet und ausgebildet sind, wie dies vorstehend für die Laserdiodenanordnung 1 beschrieben wurde. Auch bei der Laserdiodenanordnung 1b sind die Fast-Axis-Kollimatoren 5 jeweils zweifach segmentiert, d.h. sie bestehen jeweils aus zwei individuell justierbaren Elementen 5'.

Die in der Ebene der Fast-Axis und der Slow-Axis kollimierten parallelen Strahlen der einzelnen Emitter 4 werden dann über eine für beide Stapel 9 und 10 gemeinsame Fokussieroptik 7b in den gemeinsamen Fokus 8 fokussiert. Auch bei dieser Ausführung, mit der eine besonders hohe Leistung erreichbar ist, kann durch die individuelle Justierbarkeit der einzelnen Elemente 5' die Strahlenqualität bzw. die Qualität des Fokus 8 wesentlich verbessert werden.

Die Anzahl der Elemente 5' der Fast-Axis-Kollimatoren 5 kann selbstverständlich auch anders gewählt sein. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit die Anzahl der Elemente 5' in unterschiedlichen Stapellagen 9' bzw. 10' unterschiedlich zu wählen, beispielsweise in einigen Stapellagen die dortigen Fast-Axis-Kollimatoren 5 jeweils zweifach und in einigen Stapellagen dreifach zu segmentieren usw.. Selbstverständlich ist es auch möglich, die Laserbarren 3 nur in einem Stapel oder aber in mehr als zwei Stapeln vorzusehen, wobei es insbesondere auch zweckmäßig erscheint, die Stapelhöhe und Stapelbreite so anzupassen, daß sich in der Slow-Axis und in der Fast-Axis jeweils die gleiche Ausdehnung für das von den Emitttern 4 gebildete Strahlungsfeld ergibt. Beispielsweise bei einer Stapelhöhe von 30 mm und einer Stapelbreite von 10 mm würde dann die Laserdiodenanordnung insgesamt drei Stapel aufweisen, die in Richtung der X-Achse nebeneinander angeordnet sind.

Bei der Laserdiodenanordnung 1b sind, wie vorstehend beschrieben, für die einzelnen Stapellagen 9' und 10' jeweils gesonderte Slow-Axis-Kollimatoren 6 vorgesehen.

Hierdurch ist es möglich, diese Kollimatoren 6 in jeder Stapellage individuell in bezug auf den zugehörigen Laserbarren 3 bzw. die dortigen Emitter 4 zu justieren, womit wiederum eine wesentliche Verbesserung der Strahlqualität bzw. des Fokus 8 möglich ist.

Bei der Laserdiodenanordnung 1b ist jeweils eine Stapellage 9' des Stapels 9 in einer gemeinsamen X-Z-Ebene mit einer Stapellage 10' des Stapels 10 angeordnet.

Die Figuren 7 und 8 zeigen als weitere Möglichkeit eine Laserdiodenanordnung 1c, bei der die Ebenen der Stapellagen 9' und 10' und damit die Ebenen der Laserbarren 3 (X-Z-Ebenen) im Stapel 9 gegenüber den entsprechenden Ebenen im Stapel 10 um den halben Abstand y versetzt sind. Durch ein zwischen den Slow-Axis-Kollimatoren 6 und der Fokussier-Optik 7c angeordnetes optisches Element 11 werden die Strahlen der Emitter 4 der Stapellagen 9' und 10' in Richtung der X-Achse kammartig derart übereinandergeschoben, daß im Strahlengang nach dem optischen Element 11 in Richtung der Fast-Axis (Y-Achse) jeweils auf eine Ebene der Strahlen der Stapellage 9' eine Ebene der Strahlen der Stapellage 10' folgt usw.. Das so erzeugte Strahlenbündel wird dann über die gemeinsame Fokussieroptik 7' in den gemeinsamen Fokus fokussiert.

Der einfacheren Darstellung wegen sind in den Figuren 7 und 8 die beiden Stapel 9 und 10 so gezeigt, daß jeder Stapel nur zwei Stapellagen 9' bzw. 10' aufweist, insgesamt also vier Stapellagen und damit auch vier Ebenen vorgesehen sind, in denen Diodenlaserbarren 3 angeordnet sind (Anzahl der Stapel multipliziert mit der Anzahl der Diodenlaserbarren 3 in jedem Stapel).

Die optische Anordnung 11 besteht aus mehreren plattenförmigen Prismen 12 und 13, die in Draufsicht jeweils rechteckförmig ausgebildet sind, und zwar mit gleicher Größe und die mit ihren größeren Oberflächenseiten senkrecht zur Fast-Axis (Y-Achse) orientiert sind und in dieser Achsrichtung übereinandergestapelt aneinander anschließen, und zwar derart, daß jeweils einem Prisma 12 ein Prisma 13 benachbart ist.

Die Prismen 12 sind dem Stapel 9 bzw. jeweils einem Diodenlaserbarren 3 dieses Stapels bzw. einer Stapellage 9' und die Prismen 13 dem Stapel 10 bzw. jeweils einem Diodenlaserbarren 3 bzw. einer Stapellage 10' dieses Stapels zugeordnet. Weiterhin sind die Prismen 12 und 13 mit ihren längeren, in Ebenen senkrecht zur X-Z-Ebene liegenden Umfangsseiten, die auch die Lichteintritts- und -austrittsseiten des jeweiligen Prismas bilden, mit der Mittelebene M, die mittig zwischen den beiden Stapel 9 und 10 und parallel zur Y-Z-Ebene verläuft, einen Winkel α (Prismen 12) bzw. einen Winkel β (Prismen 13) ein. Beide Winkel α und β sind gleich groß und kleiner als 90° , allerdings mit umgekehrtem Vorzeichen in bezug auf die Mittelebene M. Weiterhin sind die Winkel α und β so gewählt, daß unter Berücksichtigung des Brechungsindex beim Eintritt bzw. Austritt der Laserstrahlen in bzw. aus den Prismen 12 und 13 das oben angesprochene Übereinanderschieben der Laserstrahlen in der X-Achse erfolgt. Mit Hilfe einer nicht dargestellten Fokussieroptik können dann die Laserstrahlen sämtlicher Emitter 4 wieder in einem gemeinsamen Fokus fokussiert werden.

Anstelle des optischen Elementes 11 bzw. der Prismen 12 und 13 können auch andere optische Elemente oder Einrichtungen verwendet werden.

Während bei den Laserdiodenanordnungen 1, 1a und 1b im wesentlichen eine Erhöhung des Füllfaktors in dem beispielsweise der Fokussieroptik 7 bzw. 7b zugeführten Gesamtstrahl in der Slow-Axis (X-Achse) erreicht wird, ergibt sich bei der Laserdiodenanordnung 1c durch das kammartige Übereinanderschieben der Laserstrahlen der beiden Stapel 9 und 10 mittels des optischen Elementes 11 auch eine Erhöhung des Füllfaktors in der Fast-Axis (Y-Achse). Verfügen die beiden Stapel 9 und 10 beispielsweise über einen Füllfaktor von 50% in der Fast-Axis (Y-Achse), so ist es mit der Laserdiodenanordnung 1c beispielsweise möglich, die Strahlung der benachbarten Stapel 9 und 10 in ein gemeinsames Strahlungsfeld mit einem optischen Füllfaktor von nahezu 100% zu transferieren. Die Längsseiten der plattenförmigen Prismen 12 und 13 bilden an jedem Prisma parallele Eintritts- und Austrittsflächen, durch die der parallele Versatz bzw. das parallele Verschieben der Laserstrahlen erreicht wird.

Die Abbildungen 9 - 11 zeigen als weitere mögliche Ausführungen

Bei der Laserdiodenanordnung 1e der Figur 10 sind drei Kopplungselemente 14 dargestellt, und zwar zur Kopplung bzw. Kombination von vier Diodenlaserbarren 3 mit jeweils einem eigenen, segmentierten Fast-Axis-Kollimator 5 und einem eigenen Slow-Axis-Kollimator 6. Insbesondere bei dieser Ausführung mit mehr als zwei Diodenlaserbarren 3 sind auch Abwandlungen denkbar, bei denen nicht nur ausschließlich eine Wellenlängenkopplung oder Polarisationskopplung, sondern auch Kombinationen hiervon verwendet werden.

Die Figur 11 zeigt schließlich als weitere mögliche Ausführungsform eine Laserdiodenanordnung 1f, bei der zusätzlich zu den Kopplungselementen 14 noch Umlenkelemente 16 bzw. 17 verwendet sind, die beispielsweise Umlenkprismen oder Umlenkspiegel sind und die dann eine parallele Anordnung der Laserdiodenbarren 3, der zugehörigen, segmentierten Fast-Axis-Kollimatoren 5 und Slow-Axis-Kollimatoren 6 erlaubt.

Die Figur 12 zeigt in einer Darstellung ähnlich den Figuren 9 - 11 als weitere mögliche Ausführungsform eine Laserdiodenanordnung 1g, bei der die Laserdiodenanordnung 1c der Figuren 7 und 8 zweifach vorgesehen ist und die Strahlenbündel der beiden optischen Anordnungen 11 über ein optisches Kopplungselement 14 mittels Wellenlängen- und/oder Polarisations-Multiplexing zu einem gemeinsamen Strahlenbündel mit einem besonders hohen Füllfaktor zusammengefaßt werden. Das optische Kopplungselement 14 ist dann beispielsweise wiederum ein solches, wie es vorstehend im Zusammenhang mit den Figuren 9 - 11 beschrieben wurde.

Während bei den Ausführungen der Figuren 1 - 12 davon ausgegangen wurde, daß der Fast-Axis-Kollimator 5 und der Slow-Axis-Kollimator 6 der jeweiligen Korrekturoptik diskrete optische Bauelemente sind, zeigen die Figuren 13 und 14 als weitere mögliche Ausführungsform eine Laserdiodenanordnung 1h, die wiederum auf wenigstens einem Kühler 2 wenigstens einen Diodenlaserbarren 3 mit den Emitttern 4 aufweist und bei der im Strahlengang (Z-Achse) auf den Diodenlaserbarren folgend eine Korrekturoptik 18 vorgesehen ist. Diese ist wiederum in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) zweifach segmentiert, d.h. sie weist in dieser Achsrichtung zwei aneinander anschließende Segmente 18', von denen zumindest eines individuell im bezug auf den Diodenlaserbarren 3 bzw. die dortigen Emittter justierbar ist.

Jedes Segment 18' besteht aus mehreren Einzellinsen oder Linsenelementen 19, die z.B. monolithische zu den betreffenden Segment 18' zusammengefaßt oder aber als tatsächliche Einzellinsen zu dem betreffenden Segment 18' verbunden sind. Jede Einzellinse 19 hat die Funktion eines Fast-Axis-Kollimators und eines Slow-Axis-Kollimators, und zwar bei der dargestellten Ausführungsform speziell derart, daß die Strahlen der einzelnen Emitter 4 im Strahlengang nach der Korrekturoptik 18 in der Ebene der Slow-Axis parallele oder in etwa parallele Strahlen sind und weiterhin die Strahlen benachbarter Emitter 4 möglichst dicht, allerdings ohne Strahlüberlappung, in Richtung der Slow-Axis (X-Achse) aneinander anschließen. Jedes Linsenelement 19 ist einem Emitter 4 zugeordnet und beispielsweise derart ausgebildet, daß es an seiner Eintrittsfläche eine für die Fast-Axis wirksame Zylinderlinsenfläche und an der Austrittsfläche eine in der Slow-Axis wirkende Zylinderlinsenfläche bildet.

Die Korrektur von Nichtkonformitäten zwischen Diodenlaserbarren 3 und Korrekturoptik 18 erfolgt bei der Laserdiodenanordnung 1h durch entsprechende Justierung der Segmente 18'.

Es versteht sich, daß die Korrekturoptik 18 insbesondere dann, wenn ein Ausgleich von Nichtkonformitäten zwischen dieser Korrekturoptik und dem jeweiligen Diodenlaserbarren 3 nicht erforderlich ist, auch einstückig, d.h. nichtsegmentiert ausgeführt sein kann. Es versteht sich weiterhin, daß die Korrekturoptik 18 selbstverständlich auch bei Laserdiodenanordnungen verwendet werden kann, bei denen zwei oder mehr als zwei Diodenlaserbarren 3, beispielsweise auch in einem oder mehreren Stapeln vorgesehen sind, wobei dann vorzugsweise für jeden Diodenlaserbarren eine eigene Korrekturoptik 18 vorgesehen ist.

Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, daß zahlreiche Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne daß damit der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgedanke verlassen wird. So ist es beispielsweise auch möglich, anstelle von an Laserbarren 3 gebildeten Emitttern 4 individuelle Laserdioden mit jeweils nur einem Emitter aufweisen und die dann an einem geeigneten Träger, insbesondere Kühler 2 den Emitttern 4 entsprechend in

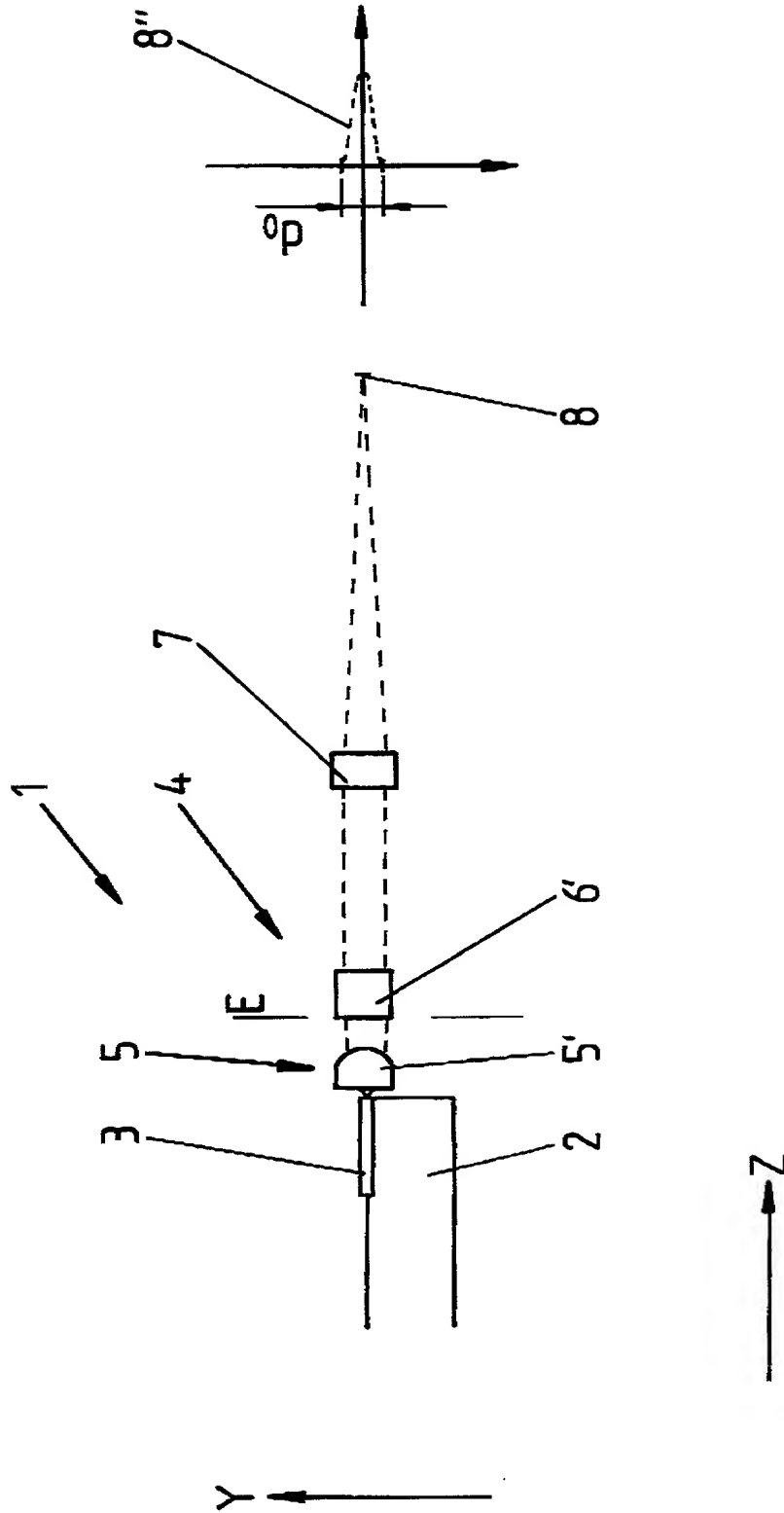
Parameter	Value	Unit
Initial concentration	1.0	g/L
Initial pH	7.0	
Temperature	30	°C
Time	0-24	h
Agitation speed	150	rpm
Batch size	100	L
Sampling interval	1	h
Number of samples	25	
Reproducibility	± 0.5	%
Statistical analysis	ANOVA	
Significance level	0.05	
Software	SPSS 16.0	
Model	Linear	
Adjusted R-squared	0.99	
F-value	10.0	
P-value	0.0001	
Intercept	0.00	
Slope	0.04	
Constant	0.00	
Standard error	0.01	
Mean	0.00	
Standard deviation	0.01	
Minimum	0.00	
Maximum	0.01	
Range	0.01	
Skewness	0.00	
Kurtosis	0.00	
Normality test	0.00	
Shapiro-Wilk	0.00	
Anderson-Darling	0.00	
Kolmogorov-Smirnov	0.00	
Chi-square	0.00	
F-test	0.00	
T-test	0.00	
U-test	0.00	
V-test	0.00	
W-test	0.00	
X-test	0.00	
Y-test	0.00	
Z-test	0.00	
AA-test	0.00	
BB-test	0.00	
CC-test	0.00	
DD-test	0.00	
EE-test	0.00	
FF-test	0.00	
GG-test	0.00	
HH-test	0.00	
II-test	0.00	
JJ-test	0.00	
KK-test	0.00	
LL-test	0.00	
MM-test	0.00	
NN-test	0.00	
OO-test	0.00	
PP-test	0.00	
QQ-test	0.00	
RR-test	0.00	
SS-test	0.00	
TT-test	0.00	
UU-test	0.00	
VV-test	0.00	
WW-test	0.00	
XX-test	0.00	
YY-test	0.00	
ZZ-test	0.00	
AA-test	0.00	
BB-test	0.00	
CC-test	0.00	
DD-test	0.00	
EE-test	0.00	
FF-test	0.00	
GG-test	0.00	
HH-test	0.00	
II-test	0.00	
JJ-test	0.00	
KK-test	0.00	
LL-test	0.00	
MM-test	0.00	
NN-test	0.00	
OO-test	0.00	
PP-test	0.00	
QQ-test	0.00	
RR-test	0.00	
SS-test	0.00	
TT-test	0.00	
UU-test	0.00	
VV-test	0.00	
WW-test	0.00	
XX-test	0.00	
YY-test	0.00	
ZZ-test	0.00	

Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f, 1g, 1h	Laserdiodenanordnung
2	Kühler
3	Diodenlaserbarren
4	Emitter
5	Fast-Axis-Kollimator
5'	optisches Element
6	Slow-Axis-Kollimator
6'	optisches Element
7, 7b	Fokussieroptik
8, 8b	Fokus
9, 10	Stapel
9', 10'	Stapellage
11	optische Anordnung
12, 13	Plattenprisma
14	optisches Kopplungselement, beispielsweise Prismenwürfel
15	die elektrische Filterbeschichtung
16, 17	Umlenkelement, beispielsweise Umlenkprisma oder Umlenkspiegel
18	Korrekturoptik
18'	Segment der Korrekturoptik
19	Linsenelement
X-Achse	
Y-Achse	
Z-Achse	
X-Y-Ebene	
Y-Z-Ebene	
y = Abstand	
M	Mittelebene

008T30"025T450

Fig.2



09641570.081300

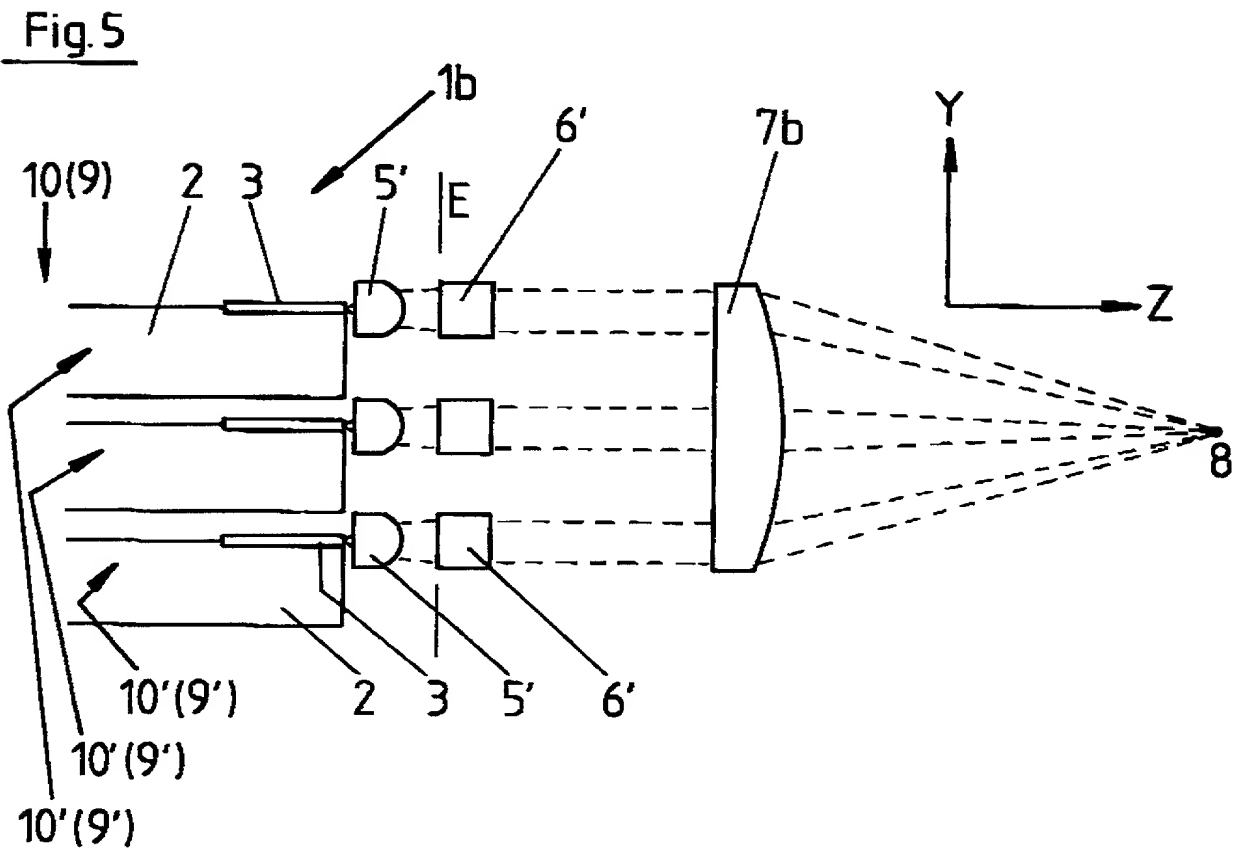
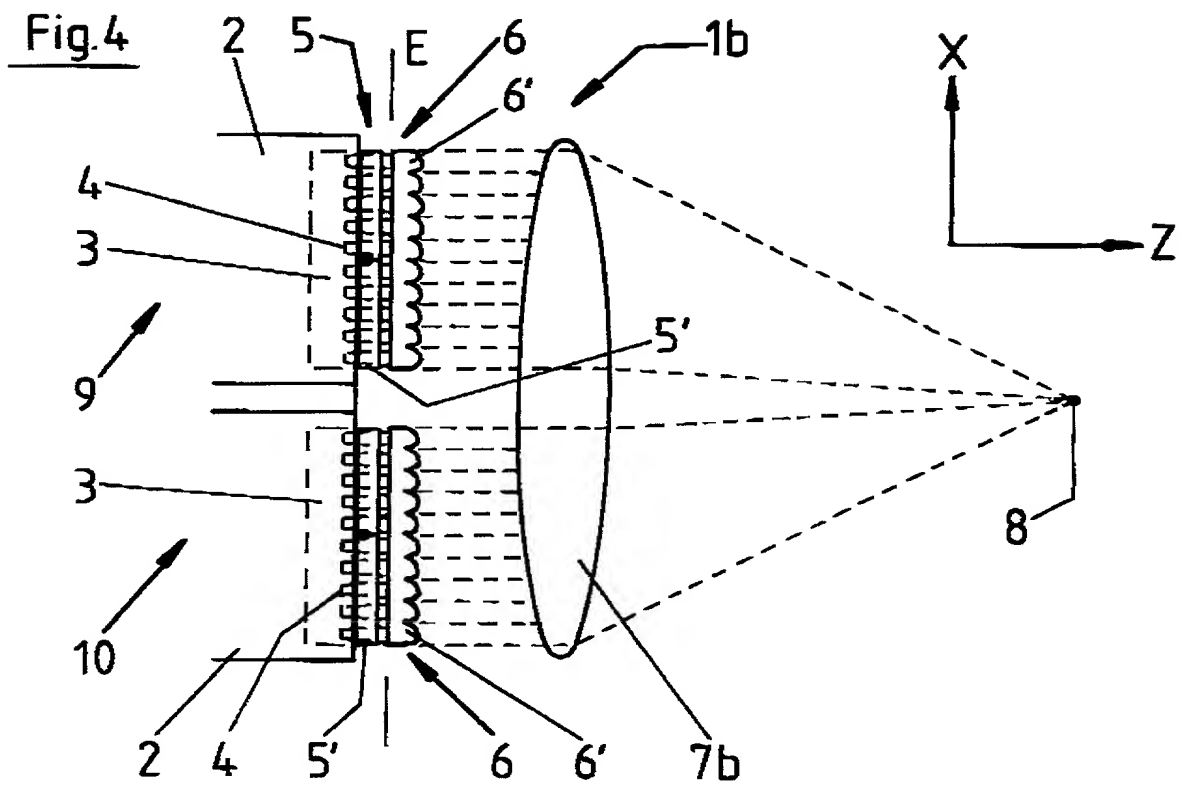
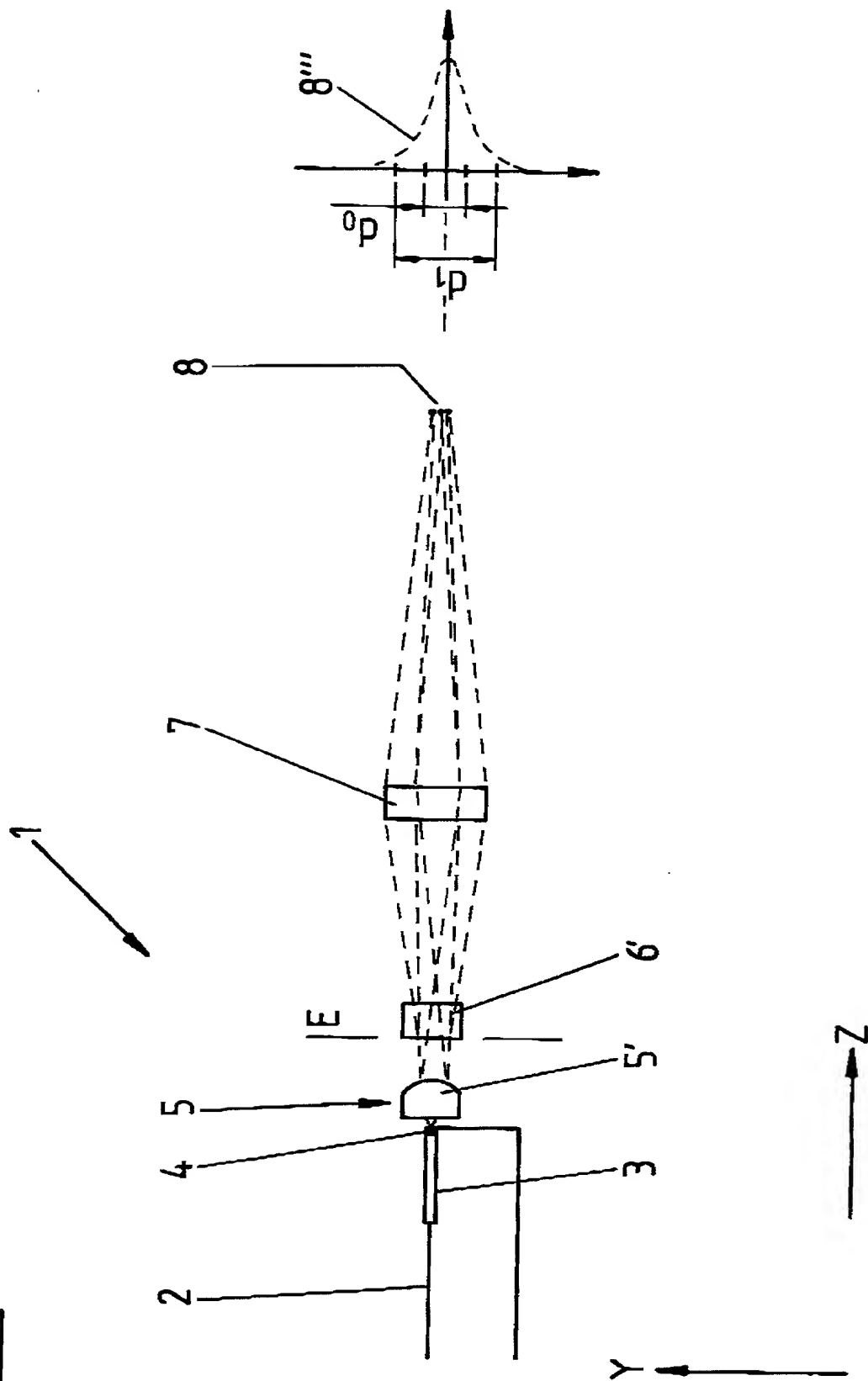


Fig.6



008780-02574960

008780" 02574960

Fig.7

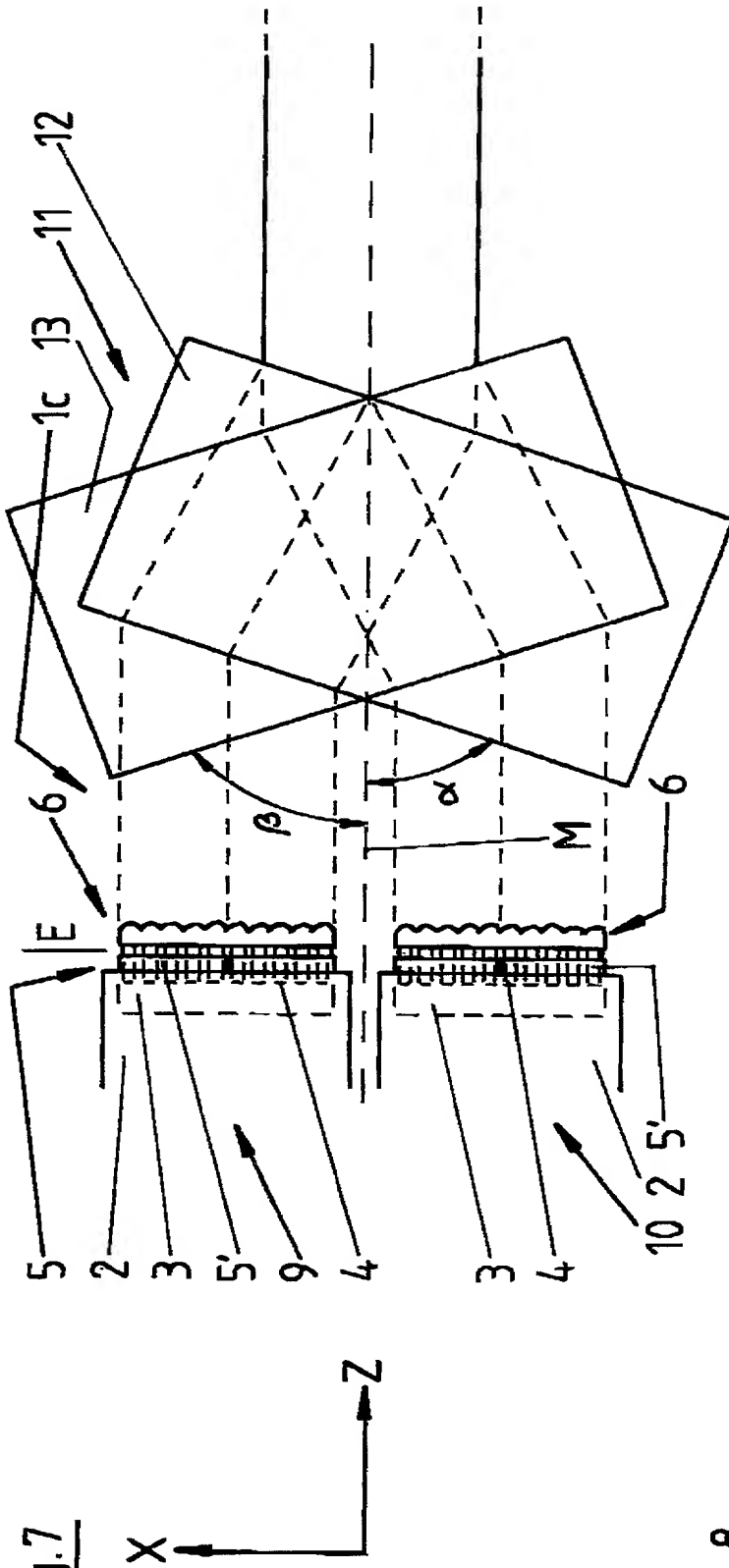


Fig.8

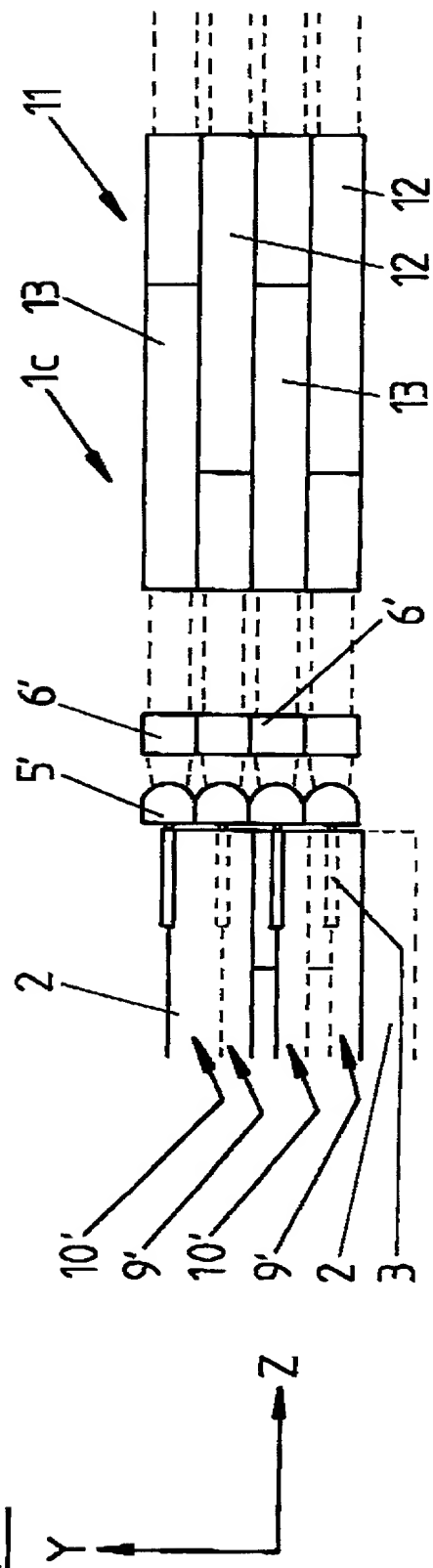


Fig. 9

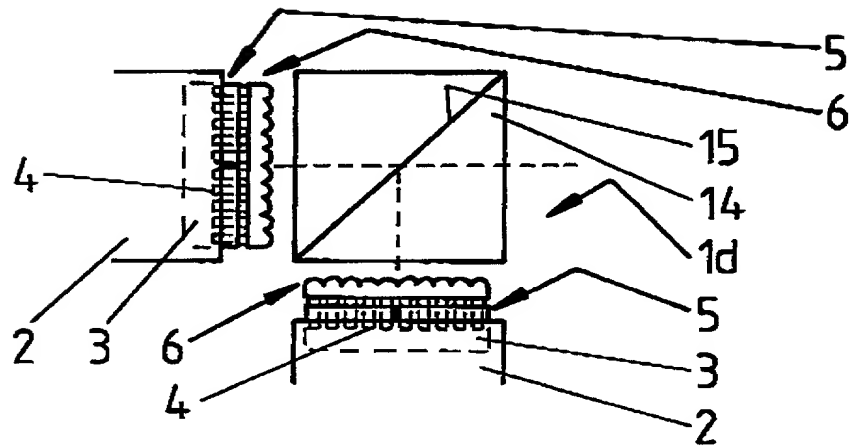


Fig. 10

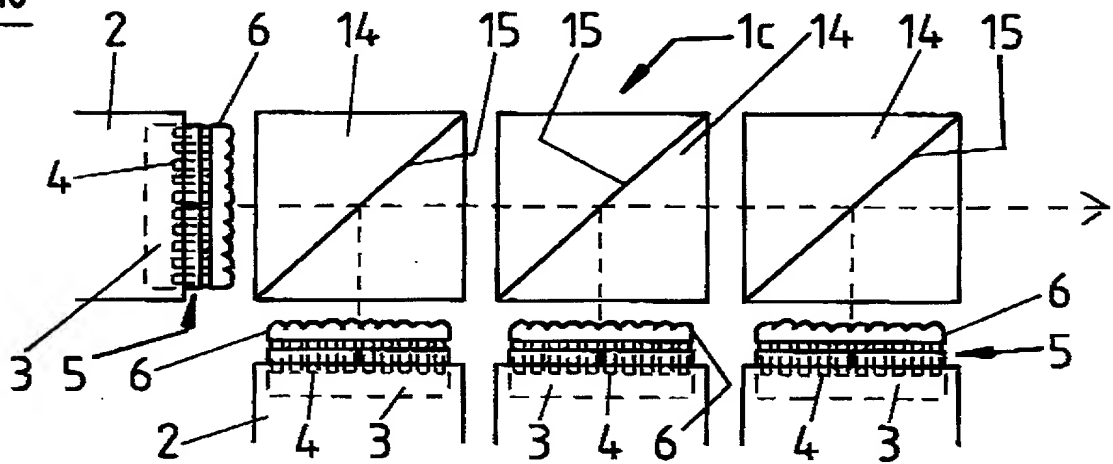
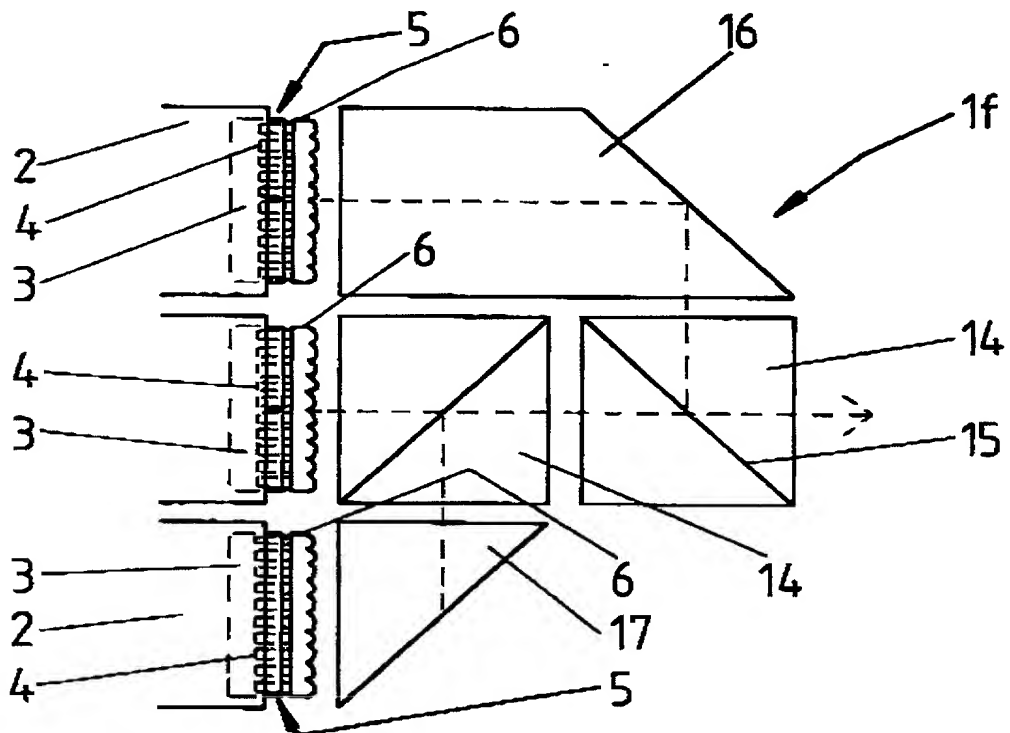
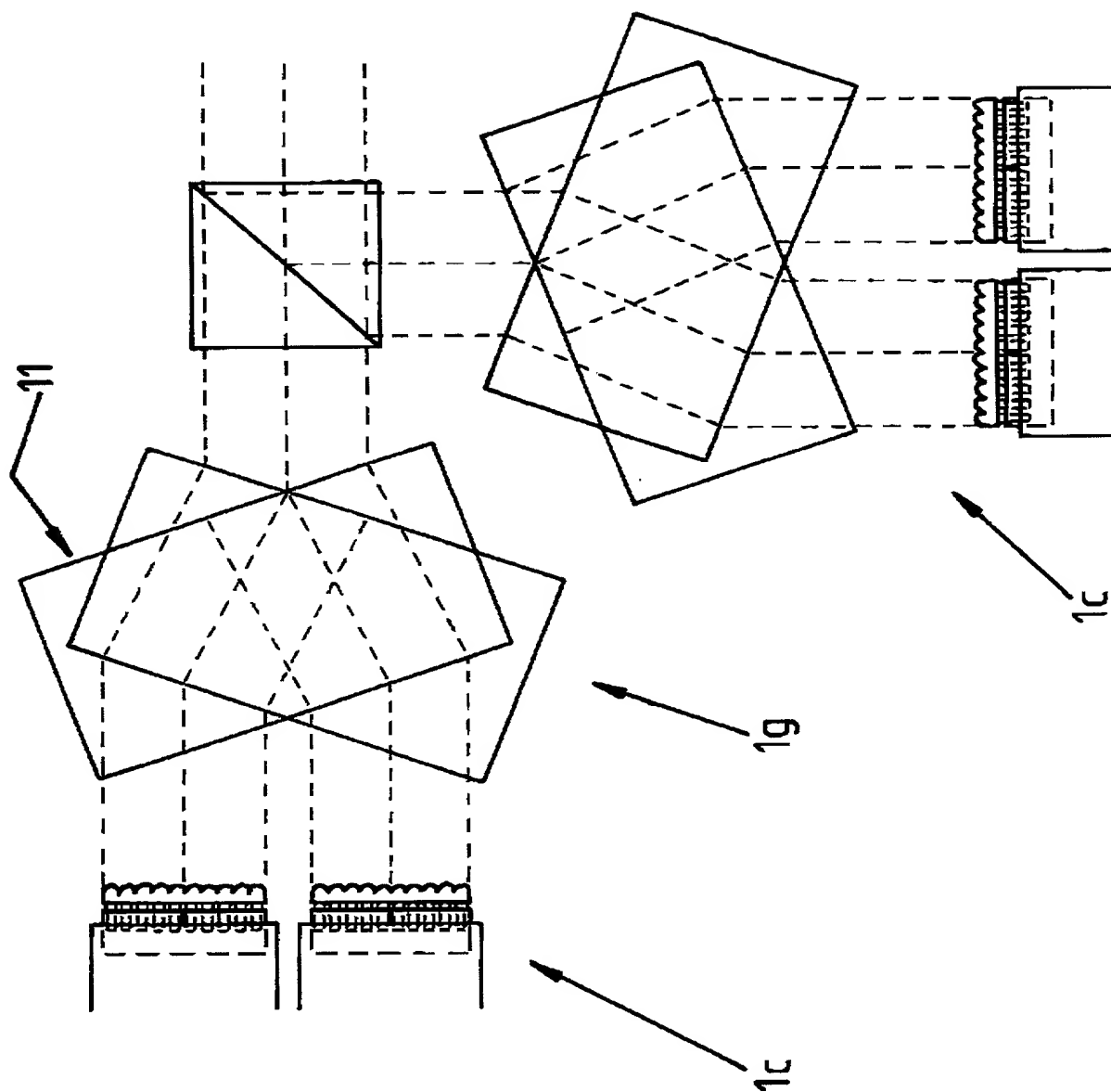


Fig. 11



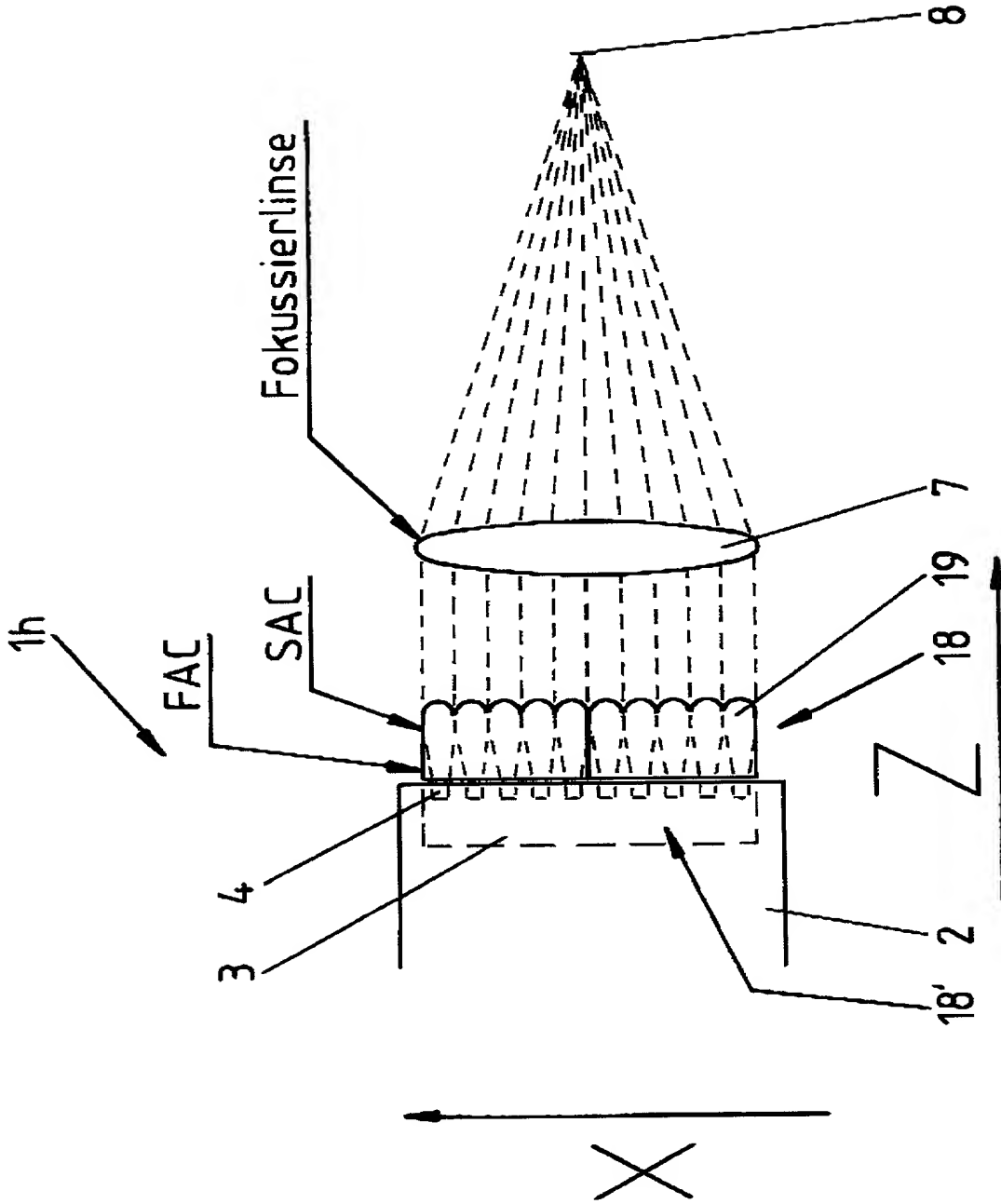
003180"02544960

Fig.12

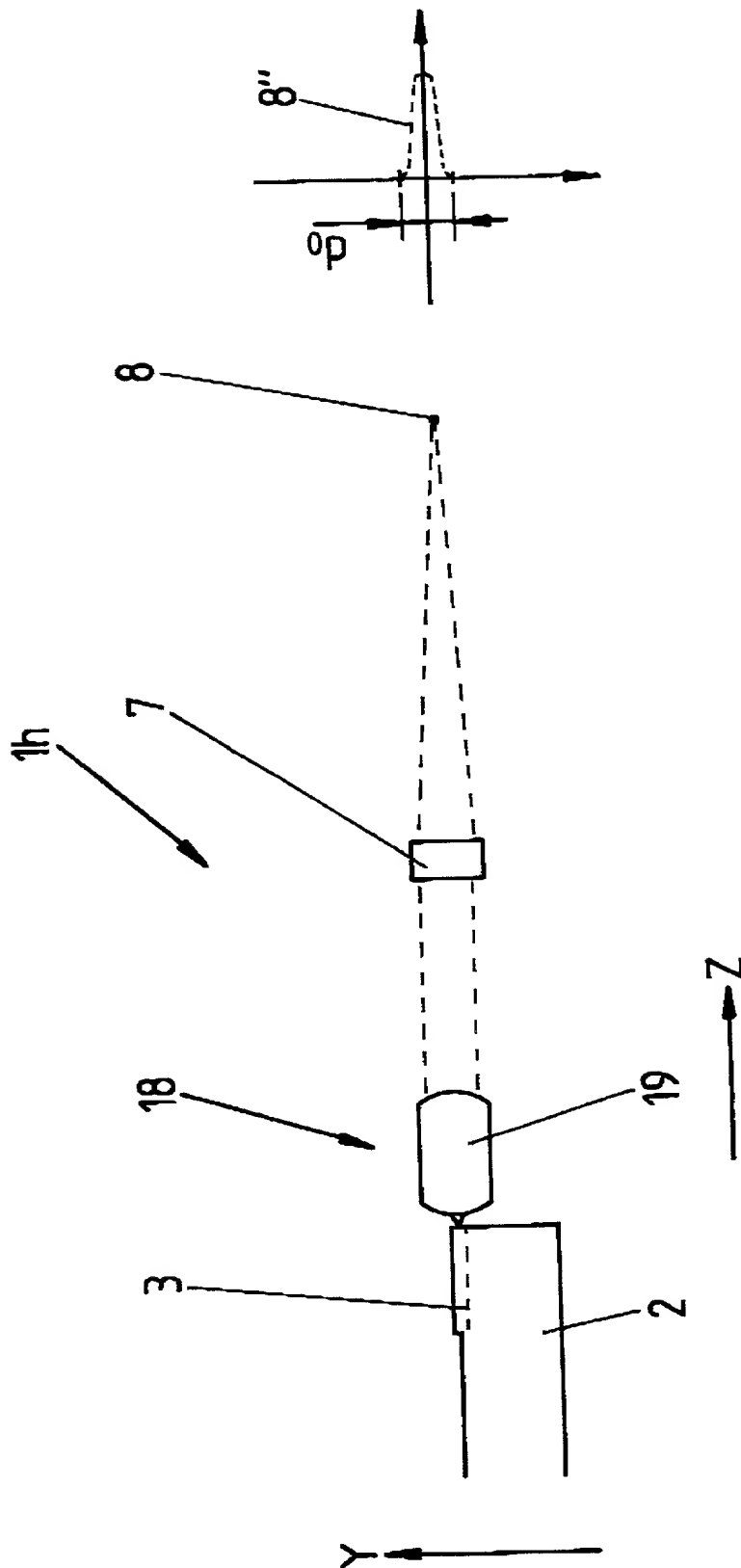
003720-02574960

008730" 02574960

Fig.13



008T80"029T4960

Fig. 14

Declaration and Power of Attorney for Patent Application

Erklärung für Patentanmeldungen mit Vollmacht

German Language Declaration

Als nachstehend benannter Erfinder erkläre ich hiermit an Eides Statt:

daß mein Wohnsitz, meine Postanschrift und meine Staatsangehörigkeit den im nachstehenden nach meinem Namen aufgeführten Angaben entsprechen, daß ich nach bestem Wissen der ursprüngliche, erste und alleinige Erfinder (falls nachstehend nur ein Name angegeben ist) oder ein ursprünglicher, erster und Miterfinder (falls nachstehend mehrere Namen aufgeführt sind) des Gegenstandes bin, für den dieser Antrag gestellt wird und für den ein Patent für die Erfindung mit folgendem Titel beantragt wird:

As a below named inventor, I hereby declare that:

My residence, post office address and citizenship are as stated next to my name.

I believe I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled:

Optical Arrangement for the Use During a Laser Diode Arrangement as Well as Laser Diode Arrangement with such an Optical Arrangement

deren Beschreibung hier beigelegt ist, es sei denn (in diesem Falle Zutreffendes bitte ankreuzen), diese Erfindung

the specification of which is attached hereto unless the following box is checked:

☐ wurde angemeldet am _____ unter der US-Anmeldenummer oder unter der Internationalen Anmeldenummer im Rahmen des Vertrags über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT) _____ und am _____ abgeändert (falls zutreffend).

☒ was filed on _____ as United States Application Number or PCT International Application _____ and was amended on _____ (if applicable).

Ich bestätige hiermit, daß ich den Inhalt der oben angegebenen Patentanmeldung, einschließlich der Ansprüche, die eventuell durch einen oben erwähnten Zusatzantrag abgeändert wurde, durchgesehen und verstanden habe.

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

Ich erkenne meine Pflicht zur Offenbarung jeglicher Informationen an, die zur Prüfung der Patentfähigkeit in Einklang mit Titel 37, Code of Federal Regulations, § 1.56 von Belang sind.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, § 1.56.

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

German Language Declaration

Ich beanspruche hiermit ausländische Prioritätsvorteile gemäß Title 35, US-Code, § 119 (a)-(d), bzw. § 365(b) aller unten aufgeführten Auslandsanmeldungen für Patente oder Erfinderurkunden, oder §365(a) aller PCT internationalen Anmeldungen, welche wenigstens ein Land ausser den Vereinigten Staaten von Amerika benennen, und habe nachstehend durch ankreuzen sämtliche Auslands- anmeldungen für Patente bzw. Erfinderurkunden oder PCT internationale Anmeldungen angegeben, deren Anmeldetag dem der Anmeldung, für welche Priorität beansprucht wird, vorangeht.

Prior Foreign Applications
(Frühere ausländische Anmeldungen)

199 39 750.3	Germany
(Number)	(Country)
(Nummer)	(Land)
(Number)	(Country)
(Nummer)	(Land)

I hereby claim foreign priority under Title 35, United States Code, §119(a)-(d) or § 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or § 365(a) of any PCT International application which designated at least one country other than the United States, listed below and have also identified below, by checking the box, any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT International application having a filing date before that of the application on which priority is claimed.

Priority Not Claimed
Priorität nicht beansprucht

21 August 1999

(Day/Month/Year Filed)
(Tag/Monat/Jahr der Anmeldung)



(Day/Month/Year Filed)
(Tag/Monat/Jahr der Anmeldung)



Ich beanspruche hiermit Prioritätsvorteile unter Title 35, US-Code, § 119(e) aller US-Hilfsanmeldungen wie unten aufgezählt.

(Application No.)	(Filing Date)
(Aktenzeichen)	(Anmeldetag)
(Application No.)	(Filing Date)
(Aktenzeichen)	(Anmeldetag)

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, § 119(e) of any United States provisional application(s) listed below.

Ich beanspruche hiermit die mir unter Title 35, US-Code, § 120 zustehenden Vorteile aller unten aufgeführten US-Patentanmeldungen bzw. § 365(c) aller PCT internationalen Anmeldungen, welche die Vereinigten Staaten von Amerika benennen, und erkenne, insofern der Gegenstand eines jeden früheren Anspruchs dieser Patentanmeldung nicht in einer US-Patentanmeldung, bzw. PCT internationalen Anmeldung in in einer gemäß dem ersten Absatz von Title 35, US-Code, § 112 vorgeschriebenen Art und Weise offenbart wurde, meine Pflicht zur Offenbarung jeglicher Informationen an, die zur Prüfung der Patentfähigkeit in Einklang mit Title 37, Code of Federal Regulations, § 1.56 von Belang sind und die im Zeitraum zwischen dem Anmeldetag der früheren Patentanmeldung und dem nationalen oder im Rahmen des Vertrags über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT) gültigen internationalen Anmeldetags bekannt geworden sind.

I hereby claim the benefit under Title 35, United States Code, § 120 of any United States application(s), or § 365(c) of any PCT International application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of Title 35, United States Code, § 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in Title 37, Code of Federal Regulations, § 1.56 which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT International filing date of this application.

(Application No.)	(Filing Date)
(Aktenzeichen)	(Anmeldetag)
(Application No.)	(Filing Date)
(Aktenzeichen)	(Anmeldetag)

(Status) (patented, pending, abandoned)
(Status) (patentiert, schwebend, aufgegeben)

(Status) (patented, pending, abandoned)
(Status) (patentiert, schwebend, aufgegeben)

Ich erkläre hiermit, daß alle in der vorliegenden Erklärung von mir gemachten Angaben nach bestem Wissen und Gewissen der Wahrheit entsprechen, und ferner daß ich diese eidesstattliche Erklärung in Kenntnis dessen ablege, daß wissentlich und vorsätzlich falsche Angaben oder dergleichen gemäß § 1001, Title 18 des US-Code strafbar sind und mit Geldstrafe und/oder Gefängnis bestraft werden können und daß derartige wissentlich und vorsätzlich falsche Angaben die Rechtswirksamkeit der vorliegenden Patentanmeldung oder eines aufgrund deren erteilten Patentess gefährden können.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

German Language Declaration

VERTRETUNGSVOLLMACHT: Als benannter Erfinder beauftrage ich hiermit den (die) nachstehend aufgeführten Patentanwalt (Patentanwälte) und/oder Vertreter mit der Verfolgung der vorliegenden Patentanmeldung sowie mit der Abwicklung aller damit verbundenen Angelegenheiten vor dem US-Patent-und Markenamt: *(Name(n) und Registrationsnummer(n) auflisten)*

POWER OF ATTORNEY: As a named inventor, I hereby appoint the following attorney(s) and/or agent(s) to prosecute this application and transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith: *(list name and registration number)*

Stewart L. Gitler Reg. 31,256
 Martin P. Hoffman Reg. 22,261
 Mitchell B. Wasson Reg. 27,408
 Christopher J. McDonald Reg. 41,533

Postanschrift:

Send Correspondence to: Hoffman Wasson & Gitler PC
 2361 Jefferson Davis Highway - Suite 522
 Arlington, VA 22202
 Direct Telephone Calls to: *(name and telephone number)*

Telefonische Auskünfte: *(Name und Telefonnummer)*

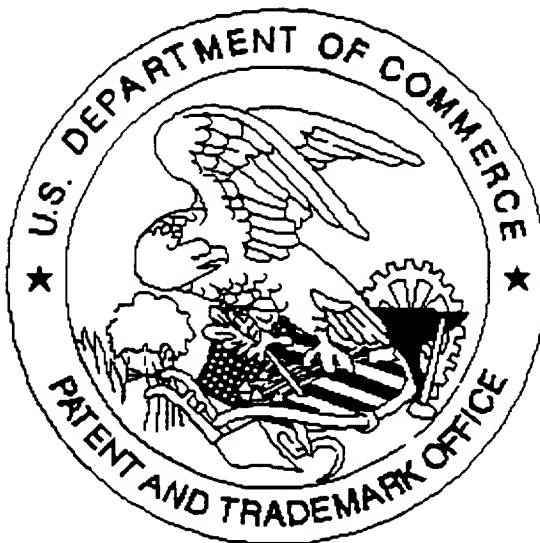
Stewart L. Gitler
 (703)415-0100

Vor- und Zuname des einzigen oder ersten Erfinders	Full name of sole or first inventor
Unterschrift des Erfinders	Inventor's signature
Datum	Date
Wohnsitz	Residence
Staatsangehörigkeit	Citizenship
Postanschrift	Post Office Address
Vor- und Zuname des zweiten Miterfinders (falls zutreffend)	Full name of second joint inventor, if any
Unterschrift des zweiten Erfinders	Second Inventor's signature
Datum	Date
Wohnsitz	Residence
Staatsangehörigkeit	Citizenship
Postanschrift	Post Office Address

(Im Falle dritter und weiterer Miterfinder Miterfinder sind die entsprechenden Informationen und Unterschriften hinzuzufügen.)

(Supply similar information and signature for third and subsequent joint inventors.)

United States Patent & Trademark Office
Office of Initial Patent Examination -- Scanning Division



Application deficiencies were found during scanning:

☐ Page(s) 8 of Specification were not present
for scanning. (Document title)

☐ Page(s) _____ of _____ were not present
for scanning. (Document title)

☐ Scanned copy is best available.